

## O Lixo Computacional na Sociedade Contemporânea

**Alexandre Mondaini Calvão, Daniel Edward Rose, Débora de Sousa Ribeiro,  
Mário Henrique Braga D' Almeida, Renato Lima Almeida, Rosângela Lopes Lima**

UFF - Universidade Federal Fluminense  
Instituto de Computação  
Rua Passo da Pátria, 156 – Bloco E – 3º andar.  
São Domingos - CEP 24 210-240 Niterói, RJ.

apotema@gmail.com, danielrose1985@hotmail.com,  
deborapibi@hotmail.com, mhenrique85@hotmail.com,  
ssdl19@hotmail.com, lima@dcc.ic.uff.br

***Resumo.** Este artigo trata da necessidade de se refletir acerca do tratamento e destino do lixo computacional. Focaliza a tecnologia pelo viés da responsabilidade socioambiental e aborda o lixo computacional, no contexto da sociedade contemporânea, como um problema cuja solução não é trivial.*

### 1. Introdução: Motivação e Justificativa

Este artigo é o resultado de trabalhos desenvolvidos na disciplina Tópicos Especiais do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal Fluminense cujo tema é Metodologia da Pesquisa<sup>1</sup>. No desenvolvimento da disciplina buscou-se utilizar uma pedagogia baseada no aprendizado contextualizado cuja avaliação final consistiu, na elaboração de um trabalho para publicação em congresso.

Esleveu-se como tema central para a construção do trabalho – o lixo computacional – objeto de pesquisa do projeto: Destinação e reciclagem do lixo proveniente do descarte de equipamentos computacionais, que vem sendo desenvolvido, no âmbito do grupo de pesquisa - Interagir: Educação Mediada pela Tecnologia – que reúne professores e alunos da UFF.

A proposta dessa construção foi a de colocar os alunos e professor interagindo, mediante a aplicação da metodologia de pesquisa, diante do processo de construção do conhecimento, para o planejamento e execução das etapas de um projeto de pesquisa.

O trabalho foi realizado de forma participativa e colaborativa e baseou-se em leituras e discussões a respeito das relações entre áreas como: educação, tecnologia e ecologia focalizando sustentabilidade e responsabilidade socioambiental. Dessa discussão foi produzido um mapa conceitual, apresentado na Figura 01, através do qual foram

---

<sup>1</sup> Disciplina ministrada pela Profa Rosângela Lopes Lima do Instituto de Computação da UFF.

relacionados conceitos adquiridos nas pesquisas e leituras efetuadas. No desenvolvimento desse mapa foi possível visualizar o problema do lixo computacional em termos globais através dos impactos ambientais causados pelo seu descarte sem o devido tratamento.

Da compreensão obtida através do mapeamento dos conceitos e suas relações identificou-se também os motivos de se reciclar e os possíveis caminhos para o re-uso de computadores e reaproveitamento e tratamento de seus componentes.

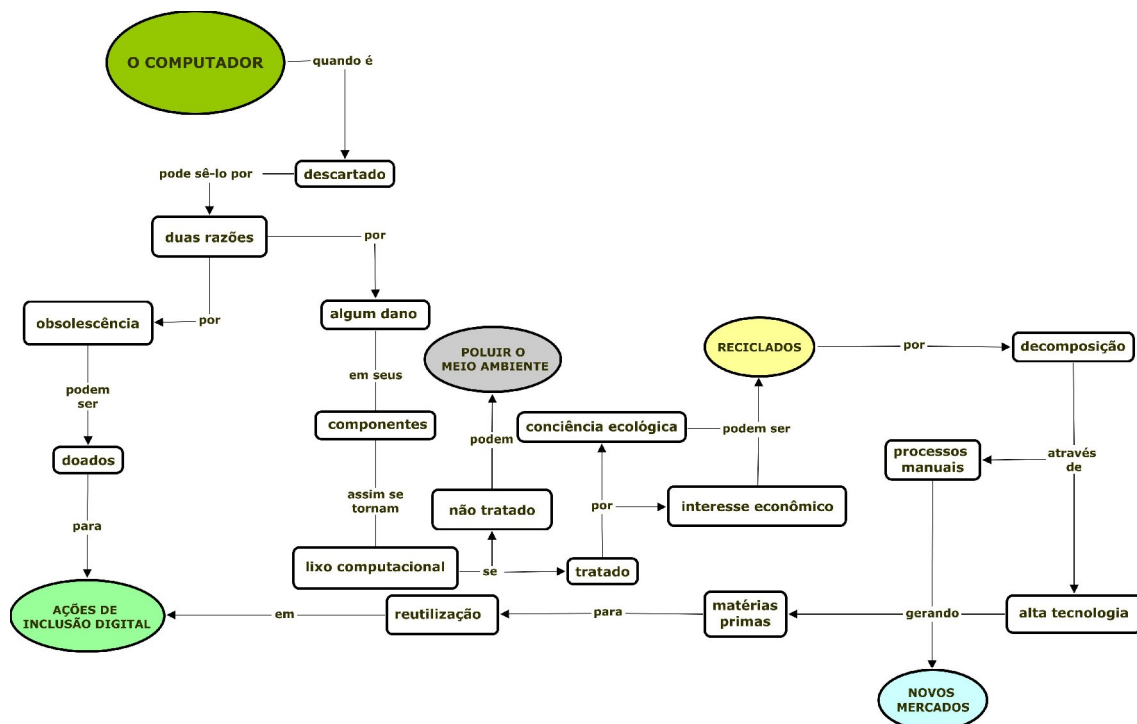


Figura 01: Percepção do problema por mapa conceitual<sup>2</sup>.

## 2. A relação homem, natureza e tecnologia: Uma discussão necessária

A compreensão da relação predatória que o homem tem com a natureza, dentro de uma visão sistêmica de mundo, é cada vez mais evidente. A capacidade da natureza de se re-estruturar frente aos danos causados para sustentar o estilo de vida dos indivíduos na sociedade de consumo, é inversamente proporcional à velocidade de destruição dos recursos naturais imposta pela necessidade de se cooptar a natureza. O tempo em milhares de anos que a natureza leva na produção de determinados recursos, o homem transforma em décadas de destruição.

O mundo ocidental capitalista – que serve de modelo para as sociedades do mundo contemporâneo – propaga um estilo de vida (*American way of life*) baseado no consumo desenfreado. A proposta inicial desse modelo em aderir aos princípios de “vida, liberdade e a procura da felicidade” se transformam em compra e uso de bens em

<sup>2</sup> Construído através do Cmap Tools (<http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html>).

rituais, na procura pela satisfação espiritual e pela satisfação do ego. Assim tudo precisa ser consumido, destruído, substituído e descartado a um ritmo cada vez maior [6].

O modelo em que vivemos é baseado na destruição criativa<sup>3</sup> – teoria que sustenta que o sistema progride por revolucionar constantemente sua estrutura econômica, se sustenta pelo surgimento de novas firmas, novas tecnologias, novos produtos em substituição ao que existe, configurando o *modus operandi* de um modelo cuja mola mestra é o fluxo financeiro.

Nos dias de hoje, muitas vezes é mais barato e conveniente comprar um computador novo do que consertar, ou como dizem usualmente – fazer um *upgrade* no antigo. Esta é a mensagem que o regime capitalista com a ajuda da mídia impõe constantemente à sociedade através da chamada obsolescência programada, fenômeno relacionado ao tempo útil de um bem ou produto que é planejada para ser um curto período de tempo. Este artigo busca, diante do que se configura como um dos lados negros da famosa *Era Digital*<sup>4</sup>, colocar em pauta a necessidade de compreender e refletir sobre o que acontece com o velho computador quando é trocado por um novo [10].

### 3. Uma breve história

A necessidade do homem de quantificar fez surgir a milhares de anos, na China, o primeiro artefato de calcular, denominado ábaco. A partir de então foram projetadas várias máquinas de calcular, que não obtiveram êxito. Por causa do aumento da industrialização, foi preciso a criação de máquinas de calcular mais complexas. Por volta do século XIX, Charles Babbage<sup>5</sup>, projetou a máquina analítica para receber uma programação que consistia de instruções para a realização de cálculos. Babbage teve a ajuda, para o projeto da máquina, de Ada Lovelace<sup>6</sup>, a pioneira na programação de computadores no mundo. Já Von Neumann<sup>7</sup>, no início do século XX, idealizou o armazenamento de dados de entrada e de instruções na memória da máquina. Essa idealização persiste até hoje na estrutura dos computadores. Após a mudança das válvulas para transistores o computador tornou-se mais compacto podendo ser utilizado comercialmente e, mais tarde, a invenção do circuito integrado, tornou possível o seu acesso a pessoas comuns. Atualmente os computadores são usados em várias áreas interligados em grandes redes para compartilhar informações, a *Internet*, é a rede que

---

<sup>3</sup> Conceito originalmente criado por Joseph Alois Schumpeter (professor da universidade de Harvard), se caracteriza pela criação de coisas novas e pela destruição de produtos e processos obsoletos.

<sup>4</sup> Mesmo que conceito de Era da Informação - nome dado ao período que vem após o século XX, caracterizado por vários avanços tecnológicos em diversas áreas. Principalmente na Computação e Telecomunicações. Filho, A.M.S., Revista Espaço Acadêmico, Ano 1, nº 02, 06 2001, [http://www.espacoacademico.com.br/002/02col\\_mendes.htm](http://www.espacoacademico.com.br/002/02col_mendes.htm)

<sup>5</sup> Charles Babbage (1791 – 1871) inglês nascido em Teignmouth, Inglaterra. Foi professor universitário, matemático e inventor da “máquina diferencial”. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hall/3608/babbage1.htm>

<sup>6</sup> Ada Byron King, a condessa de Lovelace. Matemática talentosa compreendeu o funcionamento da Máquina Analítica. Criou programas para a máquina, tornando-se a primeira programadora de computador do mundo. <http://www.cotianet.com.br/BIT/hist/ada.htm>

<sup>7</sup> John Von Neumann (1903 – 1957) Matemático húngaro-americano. Personagem crucial do desenvolvimento científico e tecnológico da segunda metade do século XX. <http://br.geocities.com/discursus/perstext/jvneuper.html>

evolui mais rapidamente com altas taxas de transmissão de dados. É cada vez mais freqüente o uso do computador para facilitar a execução das mais variadas tarefas. A tecnologia digital se tornou indispensável para as principais atividades da vida em sociedade [4] [5].

### **3. Reciclagem do lixo computacional**

O resultado que se obtém no processo produtivo de bens, caracterizados como de consumo, é um produto mais barato e de vida útil curta, ou seja, descartável. E isto acontece no contexto da sociedade capitalista, pois o que interessa não é a utilidade do produto, mas sim a sua capacidade de gerar fluxo financeiro.

Na manutenção desse modelo o mundo joga fora cerca de 20 a 50 milhões de toneladas de sucata eletrônica por ano. O Governo dos EUA estima que 75% de todos os computadores pessoais vendidos até hoje, pode ser considerado como lixo computacional [1] [2].

Atualmente fala-se muito de reciclagem, mas é preciso entender que este não é um processo trivial. Já se sabe que uma boa parte dos resíduos provenientes da sucata eletro-eletrônica é reciclável. Por exemplo, o alumínio, o ferro, o cobre e até mesmo o ouro podem ser retirados de computadores fora de linha e reutilizados em modelos novos, mas poucos são os países que dominam a tecnologia de separação desses materiais.

O que vem acontecendo na atualidade mostra o lado negativo da história que envolve a reciclagem com a finalidade do lucro auferido por ela. Quase 80% dos resíduos tecnológicos dos EUA são enviados para o terceiro mundo, para a separação de componentes que contém metais nobres. E a maior parte que sobra ainda é desperdiçada, pois se mistura à montanha de lixo não tratado que fica exposto em lixões, ainda com o agravante de expor “trabalhadores da reciclagem” em contato com resíduos químicos que podem causar sérios danos a saúde [3].

A reciclagem de computadores é um processo de separação no qual determinados componentes de um produto são selecionados de forma a terem um valor específico. Depois de separados essas matérias são selecionadas e aqueles que possuem valor de mercado são reaproveitados e o restante é descartado.

A reciclagem surge basicamente da rápida obsolescência dos computadores que são uma fonte valiosa de matérias primas, se tratados corretamente, caso contrário eles constituem uma fonte de substâncias tóxicas e cancerígenas.

Muitos computadores têm seu custo para compra baixo, e custo para reparo alto, o que muitas vezes inviabiliza o reparo de uma máquina que mesmo recente chega rapidamente ao fim de sua vida útil. Muitas empresas de computadores fazem os computadores de modo a que fiquem obsoletos e não possam ser atualizados, de forma que tenha que comprar um computador inteiramente novo para atualizar uma simples peça, e possa assim manter-se com uma máquina atualizada.

### **4. Composição do material reciclado**

Muitos materiais usados na construção do hardware do computador podem ser recuperados no processo de reciclagem para uso futuro. Reuso de latão, silicone, ferro,

alumínio e uma variedade de plásticos – todos presentes em computadores obsoletos – podem reduzir o custo de construção de outros computadores. Além disso, componentes do hardware frequentemente contêm materiais valiosos. Eles também contêm muitas substâncias tóxicas como as dioxinas, policlorobifenilos (PCBs), cádmio, crômio, isótopos radioativos e mercúrio. A Tabela 1 apresenta as substâncias encontradas no lixo computacional e onde eles se localizam.

<b>Material</b>	<b>Percentual em relação ao peso total</b>	<b>Percentual reciclável</b>	<b>Localização no computador</b>
Al (alumínio)	14,1720	80	estrutura, conexões
Pb (chumbo)	6,2980	5	circuitos integrados, soldas, baterias
Ge (germânico)	0,0010	0	semicondutor
Fe (ferro)	20,4710	80	estrutura, encaixes
Sn (estanho)	1,0070	70	circuito integrado
Cu (cobre)	6,9280	90	condutor elétrico
Ba (bário)	0,0310	0	válvula eletrônica
Ni (níquel)	0,8500	80	estrutura, encaixes
Zn (zinco)	2,2040	60	Bateria
Au (ouro)	0,0016	98	conexão, condutores
Ti (titânio)	0,0150	0	pigmentos
Co (cobalto)	0,0150	85	estrutura
Mn (manganês)	0,0310	0	estrutura, encaixes
Ag (prata)	0,0180	98	condutor
Cr (cromo)	0,0060	0	decoração, proteção contra corrosão
Cd (cádmio)	0,0090	0	bateria, chip, semicondutor,
Hg (mercúrio)	0,0020	0	baterias, ligamentos, termostatos, sensores

**Tabela 1: Substâncias encontradas no lixo computacional [7].**

## 5. Ações

As mudanças que vêm ocorrendo no clima do planeta e a tardia preocupação com o meio ambiente contribuíram para o surgimento de diversos movimentos que vêm buscando abordar causas orientadas para a defesa do meio ambiente, a busca de produtos que causem menos danos ao meio ambiente e uma preocupação quanto ao ciclo de vida deste produto.

As pressões de diversas ONGs e grupos de defesa do consumidor estão mudando a visão de empresas e consumidores em relação ao lixo eletrônico e diversas ações estão

sendo tomadas. O GREENPEACE<sup>8</sup> tem divulgado constantemente em seu site um “ranking” com a lista de empresas que menos oferecem riscos ao meio ambiente. Foi exposta a situação de um aterro de lixo eletrônico criado na China, pela empresa de tecnologia Apple. Isto foi suficiente para que o seu fundador, Steve Jobs, divulgasse em público um memorando citando a nova política ambiental da empresa, o que foi uma ótima solução tanto no nível ambiental quanto para o marketing empresarial. Além da Apple, outras empresas, como por exemplo, operadoras de telefonia móvel e fabricantes de celulares, possuem diversas políticas de coleta de aparelhos usados.

As empresas de telefonia como a Oi – coletando baterias e celulares em lojas e representantes e a TIM – mantém um programa de devolução ao fabricante, a VIVO faz o recolhimento de aparelhos e acessórios em mais de 50 lojas próprias e isso já rendeu 30 mil produtos encaminhados à reciclagem. A Nokia, maior fabricante mundial de celulares que vendeu, em 2006, 347 milhões de aparelhos, faz a coleta através de seus representantes.

Entre as empresas fabricantes de computadores, a Dell, por exemplo, possui dois programas: um de inclusão digital, que recebe micros usados e doa a centros comunitários e outro de recolhimento de PCs antigos. Já a HP envia, para a casa do usuário, um envelope pré-pago de coleta de cartuchos. De acordo com a empresa, somente em 2006, mais de 187 milhões de toneladas de periféricos foram recolhidos e reciclados por eles. [8] [9]

A opção mais imediata para o consumidor comum é rever velhos hábitos, como o de jogar pilhas e baterias na lata de lixo doméstico ou de comprar qualquer novidade tecnológica quando o atual celular ou MP3 ainda são úteis. No primeiro caso, fabricantes de pilhas recarregáveis garantem que uma pilha deste porte tem vida útil equivalente a quase mil alcalinas comuns por resistir a pelo menos dois anos de uso intensivo. As embalagens das pilhas – tanto das comuns quanto das recarregáveis – costumam trazer telefones de serviços de atendimento de fabricantes que informam onde existem postos de coleta. Ainda nessa área, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente de São Paulo realizou no ano passado (2008) uma ação de um dia chamada ‘Mutirão do Lixo Eletrônico’ que visava recolher pilhas, baterias, celulares, rádios, DVDs, CDs, lâmpadas fluorescentes e outros produtos que fazem parte do e-lixo. O Brasil consome, anualmente, mais de 1 bilhão de pilhas e 400 milhões de baterias de telefone celular [12].

Nos últimos meses, na Assembleia Legislativa de São Paulo, foi aprovada a lei 33/2008 que obriga as empresas a neutralizar o lixo tecnológico.

“A lei obriga o fabricante, vendedor ou importador a reciclar ou reusar o material descartado, pelo menos em parte. Se não for possível reutilizar, a empresa tem que neutralizar o material. E, se não der nem pra coletar o lixo, a lei exige ações de preservação ambiental pra compensar. Desobedeceu a lei, tem que pagar até R\$ 14 mil por dia. O Estado do Mato Grosso propôs lei similar este ano.” [14]

---

<sup>8</sup> Organização global e independente que atua para defender o meio ambiente e promover a paz. <http://www.greenpeace.org/brasil/quemsomos>

Esta lei ainda não está em vigor, mas já é um indício de que o Estado está exigindo ações importantes para a preservação do ambiental.

Outra ação relevante também em nível mundial é o programa lançado pelas Nações Unidas chamado StEP (*Solving the E-Waste Problem*). Ele já conta com o apoio da maioria das empresas fabricantes de equipamentos de informática e telecomunicações do mundo. Esse esforço conjunto almeja criar padrões mundiais de processos de reciclagem de sucata eletrônica, aumentar a vida útil dos produtos eletrônicos e desenvolver mercados para sua reutilização [13].

Além dessas soluções, deve-se passar por uma revisão nos costumes do consumidor, pois muitas vezes produtos em perfeito estado são descartados, fenômeno, já citado anteriormente, a "obsolescência programada".

A organização não-governamental britânica RSA cujos princípios baseiam-se nos 3R(s): Reduzir, Reusar e Reciclar prega a auto-indagação a respeito da real necessidade de se comprar um novo produto. Segue a seguinte premissa: ao se pensar em comprar um novo produto, pense se realmente precisa comprá-lo, pense em alugar, em pedir emprestado ou consertar o antigo. Se realmente o produto está quebrado sem possibilidade de conserto, pense em reciclá-lo [11].

## 6. Conclusão

A percepção obtida da existência do problema e de um conhecimento mais aprofundado sobre o lixo computacional permitiu entender que apenas cuidar da reciclagem não soluciona o problema. É necessário um esforço da sociedade no sentido "de educar para reciclar com a finalidade de preservar a vida no planeta". O modelo de sociedade que faz do cidadão um consumidor de produtos, apenas se justifica para criar a escassez que alimenta a rede financeira como geradora das diferenças sociais.

Está claro que as conseqüências da manutenção desse modelo vem causando graves prejuízos para a sociedade como um todo. Para que se adquira uma nova percepção de mundo é preciso percebê-lo através de uma visão processual e sistêmica e para tanto impõe-se uma mudança estrutural de valores e conseqüentemente um estilo de vida direcionado para o bem comum dos indivíduos e para a sustentabilidade da vida no planeta.

## Referências

[1] Ferreira, J.M.B.; Ferreira, A.C., "A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica", Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, Vol.3, 12 2008, p. 157-170. <http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/rcext/article/viewFile/417/413>, capturado em 07 2009.

[2] Harris, M. "E-mail from America: Buy-back gadgets". *Sunday Times* (Washington), 08/2008, [http://technology.timesonline.co.uk/tol/news/tech\\_and\\_web/personal\\_tech/article4538181.ece](http://technology.timesonline.co.uk/tol/news/tech_and_web/personal_tech/article4538181.ece), capturado em 03 2009.

- [3] Associated Press, U.S., “Waste is third world hazard”, <http://www.wired.com/politics/law/news/2002/02/50645>, capturado em 06 2009.
- [4] Vilarim, G., Algoritmo – Programação para iniciantes, Cap. 1, Editora Ciência Moderna, 2004, p. 1-6.
- [5] Tanenbaum, A. S., Organização estruturada de computadores, Cap. 1, Editora Prentice-Hall, Nacional, 5ª ed., 2006, p. 10-13.
- [6] Lebow, V., Journal of Retailing, 1955.
- [7] Cândido C. E. F., Silva, W. C., Educação ambiental: o lixo eletrônico, UFRJ, Rio de Janeiro, 12 2007, capturado em 06 2009.
- [8] Dantas, A., “Lixo eletrônico: usuários são aliados no descarte de equipamentos”, <http://oglobo.globo.com/tecnologia/mat/2007/09/13/297719971.asp>, 09 2007, 17, capturado em 06 2009.
- [9] Freire, L., “Do lixo eletrônico à matéria-prima para um novo negócio”, <http://www.rts.org.br/noticias/destaque-2/do-lixo-eletronico-a-materia-prima-para-um-novo-negocio>, capturado 06 2009.
- [10] Martire, M., Maio, J. M., “Obsolescência planejada”, 12 2000, <http://jornal.valeparaibano.com.br/2000/12/02/pag02/artigao.html>
- [11] Moreira, D., “Quais as soluções possíveis para o problema do lixo eletrônico”, [http://idgnow.uol.com.br/computacao\\_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25.5839190013/paginador/pagina\\_2](http://idgnow.uol.com.br/computacao_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25.5839190013/paginador/pagina_2), 04 2007, 26.
- [12] Christiano, R., “Lixo eletrônico, xô pra onde?”, <http://www.raul.blog.br/318/lixo-eletronico-xo-para-onde>, 10 2008, 30, capturado em 06 2009.
- [13] Rosa, A., “Fabricação de cada computador consome 1.800 quilos de materiais”, <http://www.inovacaotecnologica.com.php?artigo=010125070309>, 03 2007, 09.
- [14] Ventura, F., “E-lixo: lei obriga reciclagem em São Paulo”, <http://www.gizmodo.com.br/conteudo/made-brazil-e-lixo-lei-obriga-reciclagem-em-sao-paulo>, 06 2009, 15, capturado em 06 2009.